

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

06.05.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 4月 8日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-105746

[ST.10/C]:

[JP2002-105746]

出 願 人

Applicant(s):

松下電工株式会社

REC'D 27 JUN 2003

WIPO

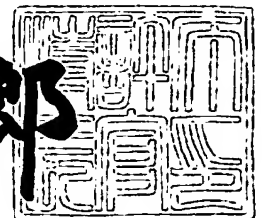
PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 6月 6日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3043920

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P00742

【提出日】 平成14年 4月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/335

【発明の名称】 測距装置および測距方法

【請求項の数】 9

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

    【氏名】 橋本 裕介

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

    【氏名】 高田 裕司

【特許出願人】

    【識別番号】 000005832

    【氏名又は名称】 松下電工株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100087767

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 西川 恵清

    【電話番号】 06-6345-7777

【選任した代理人】

    【識別番号】 100085604

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 森 厚夫

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 053420

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004844

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書  
 【発明の名称】 測距装置および測距方法  
 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の発光周波数で強度変調された光を空間に放射する発光源と、前記空間からの光を受光し受光強度に対応する信号レベルの受光信号を出力する光電変換部と、発光周波数とは異なる周波数の局発信号を受光信号と混合することにより光電変換部から出力される受光信号を発光周波数よりも低周波数であるビート信号に周波数変換する周波数変換部と、ビート信号を規定のタイミングで積分する積分器と、発光源から放射した光と光電変換部で受光した光との位相差を積分器の出力から求めるとともに当該位相差を距離に換算する距離演算部とを備えることを特徴とする測距装置。

【請求項 2】 前記積分器は前記ビート信号の 1 周期内において位相の間隔が既知である複数回のタイミングで積分値を求め、前記距離演算部ではビート信号の 1 周期内で求めた複数個の前記積分値から前記位相差を求めることを特徴とする請求項 1 記載の測距装置。

【請求項 3】 前記周波数変換部が、前記光電変換部と前記積分器との間に挿入されたスイッチ部と、スイッチ部を発光周波数とは異なる所定周波数の局発信号でスイッチングする局部発振回路とを備えることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の測距装置。

【請求項 4】 前記光電変換部がフォトダイオードと光電変換機能を有する MOS キャパシタとから選択されることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の測距装置。

【請求項 5】 前記記憶セルが外光から遮光された複数個の MOS キャパシタからなり各記憶セルごとに個別に電荷を取り出すように配列され、前記スイッチ部が、光電変換部と一体である MOS 型素子と、外光から遮光された第 1 のスイッチング素子とから選択されることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 記載の測距装置。

【請求項 6】 前記記憶セルが外光から遮光された複数個の MOS キャパシタからなり CCD を構成するように配列され、前記スイッチ部が前記光電変換部

から記憶セルに電荷を転送するシフトゲートであることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 記載の測距装置。

【請求項 7】 前記光電変換部が複数個設けられ、各光電変換部に対応する前記記憶セルごとに第 2 のスイッチング素子を介して出力端に接続され、各記憶セルが順に択一的に出力端に接続されるように第 2 のスイッチング素子のオンオフを制御する制御手段が設けられていることを特徴とする請求項 3 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の測距装置。

【請求項 8】 所定の発光周波数で強度変調された光を発光源から空間に放射し、前記空間からの光を光電変換部により受光して受光強度に対応する信号レベルの受光信号を光電変換部から出力させ、発光周波数とは異なる周波数の局発信号を受光信号と混合することにより光電変換部から出力される受光信号を発光周波数よりも低周波数であるビート信号に周波数変換した後、ビート信号を規定のタイミングで積分し、発光源から放射した光と光電変換部で受光した光との位相差を積分器の出力から求めるとともに当該位相差を距離に換算することを特徴とする測距方法。

【請求項 9】 前記ビート信号の 1 周期内において位相の間隔が既知である複数回のタイミングで積分値を求め、ビート信号の 1 周期内で求めた複数個の前記積分値から前記位相差を求めることを特徴とする請求項 8 記載の測距方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、タイムオブフライト法を用いた測距装置および測距方法に関するものである。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

従来から、強度変調した光を発光源から空間に放射するとともに、この空間に存在する物体により反射された反射光を光電変換部で受光し、発光源から放射した光と光電変換部で受光した光との位相差を求め、この位相差を前記空間に存在する物体までの距離に換算する測距技術が知られており、この種の測距技術は光

子の飛行時間を求めることになるからタイムオブフライト法もしくは飛行時間法と呼ばれている。

#### 【 0 0 0 3 】

3次元空間に存在する物体までの距離を計測する技術としては、物体表面に点状パターンを形成する光ビームや直線状パターンを形成するスリット光を走査する光切断法が知られている。一方、タイムオブフライト法を採用すると、2次元撮像素子を用いた一般的な撮像技術によって3次元空間を2次元平面にマッピングするだけで、撮像された空間に存在する物体までの距離を各画素に対応付けることができるから、光切断法のような光の走査を伴わずに距離を画素値に持つ距離画像を容易に得ることができる。

#### 【 0 0 0 4 】

ところで、タイムオブフライト法によって距離画像を生成するには、上述のように発光源から放射した光と光電変換部で受光した光との位相差を求める必要がある。位相差を求める技術としては、発光源から放射される光を所定の発光周波数で強度変調しておき、光電変換部では発光周波数の逆数である変調周期よりも短い時間内で受光強度を複数回検出することが考えられている。すなわち、発光源から放射される光の強度を正弦波で変調し、変調時の特定の位相に対する光電変換部での受光強度を検出するのであって、変調周期内で受光強度を4回求め、4個の受光強度を用いて位相差を求めている（この種の技術は特表平10-508736号公報に記載されている）。

#### 【 0 0 0 5 】

いま、発光側において図5の曲線イのように光が強度変調され、光電変換部での受光強度が図5の曲線ロのように変化したとする。ここで、曲線イの位相が0度、90度、180度、270度である4点において受光強度を検出したときの各受光強度をそれぞれA0, A1, A2, A3とする。ただし、各位相における受光強度A0, A1, A2, A3は、現状の技術では各位相における瞬間の時刻の入射光だけに対応する受光強度ではなく、たとえば図に時間幅Twで示すような時間内の入射光に対応する受光強度になる。ここで、変調周期内では物体までの距離に変化がなく（つまり、位相差 $\phi$ が変化せず）、かつ発光から受光までの

光の減衰率（図では減衰については無視している）にも変化がないものとするば、受光強度  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  を 90 度毎に求めていることから、各受光強度  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  と位相差  $\phi$  との関係は、次式で表すことができる。

$$\phi = \arctan \{ (A_3 - A_1) / (A_0 - A_2) \}$$

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように変調周期内の 4 点で受光強度  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  を求めることによって位相差  $\phi$  を求める測距技術では、検知可能な最大距離は強度変調を行う正弦波の半波長程度になる。つまり、光の伝播速度を  $c$  [m/s] とし、変調周期を  $T$  [s]、検知可能な最大距離を  $L$  [m] とすれば、 $L = c \cdot (T/2)$  であって、検知可能な最大距離  $L$  に対して変調周期  $T$  は、 $T = 2L/c$  と表すことができる。光の伝播速度は一般に  $3.0 \times 10^8$  [m/s] であるから、たとえば検知可能な最大距離を 3 [m] に設定するには、変調周期を  $20 \times 10^{-9}$  [s] = 20 [ns] にしなければならない。

【0007】

上述のように変調周期内の 4 点で受光強度  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  を求めるには、変調周期の 1/4 周期ごとに受光強度  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  を検出しなければならないから、光電変換部の出力から各点の受光強度  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  を切り出して取り込むには、数 [ns] 程度の周期ごとに 1 [ns] 程度の時間幅  $T_w$  で受光強度  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  を切り出すためのスイッチングが必要になる。つまり、スイッチングを行うための素子には応答の高速性が要求される。応答時間（スイッチング時間）が 1 [ns] 程度になると素子の価格が上昇するから、上述した距離画像を得るために各画素ごとにスイッチング用の素子进行けるとすれば、高価格の多数個の素子が必要になり高コストになるという問題が生じる。

【0008】

さらに、上述した構成では発光源から放射した光の変調周期内で受光強度  $A_1$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  を求めているから、何らかの原因で光電変換部で受光した光の波形に歪みが生じていると、受光強度  $A_1$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  から位相差を正

確に求めることができなくなり測定精度の低下をまねくことになる。

【 0 0 0 9 】

本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、強度変調した光を用い発光側と受光側との位相差を距離に換算する構成を採用しながらも受光側において素子の応答に高速性を要求することなく高精度で距離を求めることができる測距装置および測距方法を提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明は、所定の発光周波数で強度変調された光を空間に放射する発光源と、前記空間からの光を受光し受光強度に対応する信号レベルの受光信号を出力する光電変換部と、発光周波数とは異なる周波数の局発信号を受光信号と混合することにより光電変換部から出力される受光信号を発光周波数よりも低周波数であるビート信号に周波数変換する周波数変換部と、ビート信号を規定のタイミングで積分する積分器と、発光源から放射した光と光電変換部で受光した光との位相差を積分器の出力から求めるとともに当該位相差を距離に換算する距離演算部とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、前記積分器は前記ビート信号の 1 周期内において位相の間隔が既知である複数回のタイミングで積分値を求め、前記距離演算部ではビート信号の 1 周期内で求めた複数個の前記積分値から前記位相差を求めることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 の発明は、請求項 1 または請求項 2 の発明において、前記周波数変換部が、前記光電変換部と前記積分器との間に挿入されたスイッチ部と、スイッチ部を発光周波数とは異なる所定周波数の局発信号でスイッチングする局部発振回路とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 の発明は、請求項 1 ないし請求項 3 の発明において、前記光電変換部がフォトダイオードと光電変換機能を有する MOS キャパシタとから選択される



ことを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 5 の発明は、請求項 3 または請求項 4 の発明において、前記記憶セルが外光から遮光された複数個の MOS キャパシタからなり各記憶セルごとに個別に電荷を取り出すように配列され、前記スイッチ部が、光電変換部と一体である MOS 型素子と、外光から遮光された第 1 のスイッチング素子とから選択されることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

請求項 6 の発明は、請求項 3 または請求項 4 の発明において、前記記憶セルが外光から遮光された複数個の MOS キャパシタからなり CCD を構成するように配列され、前記スイッチ部が前記光電変換部から記憶セルに電荷を転送するシフトゲートであることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

請求項 7 の発明は、請求項 3 ないし請求項 6 の発明において、前記光電変換部が複数個設けられ、各光電変換部に対応する前記記憶セルごとに第 2 のスイッチング素子を介して出力端に接続され、各記憶セルが順に択一的に出力端に接続されるように第 2 のスイッチング素子のオンオフを制御する制御手段が設けられていることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

請求項 8 の発明は、所定の発光周波数で強度変調された光を発光源から空間に放射し、前記空間からの光を光電変換部により受光して受光強度に対応する信号レベルの受光信号を光電変換部から出力させ、発光周波数とは異なる周波数の局発信号を受光信号と混合することにより光電変換部から出力される受光信号を発光周波数よりも低周波数であるビート信号に周波数変換した後、ビート信号を規定のタイミングで積分し、発光源から放射した光と光電変換部で受光した光との位相差を積分器の出力から求めるとともに当該位相差を距離に換算することを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

請求項 9 の発明は、請求項 8 の発明において、前記ビート信号の 1 周期内にお

いて位相の間隔が既知である複数回のタイミングで積分値を求め、ビート信号の1周期内で求めた複数個の前記積分値から前記位相差を求めることを特徴とする。

#### 【0019】

##### 【発明の実施の形態】

図1に示すように、本実施形態では空間に光を放射する発光源1を備え、発光源1から放射される光は発光制御部2によって所定の発光周波数で強度変調される。発光源1としては、たとえば多数個の発光ダイオードを一平面上に配列したものや半導体レーザと発散レンズとを組み合わせたものなどを用いる。発光制御部2では、たとえば20MHzの正弦波で発光源1から放射する光を強度変調する。

#### 【0020】

一方、本実施形態では、前記空間からの光を受光レンズ4を通して受光する複数個の光電変換部3が設けられる。各光電変換部3は受光強度に対応する信号レベルの受光信号をそれぞれ出力するものであり、たとえば $64 \times 25$ 個がマトリクス状に配列されることによって画像センサ5を構成する。画像センサ5の受光面である2次元平面には発光源1から光を放射した3次元空間が受光レンズ4を通してマッピングされる。つまり、画像センサ5が受光レンズ4を通して見る視界内に存在する物体Obは光電変換部3に対応付けられる。したがって、物体Obに対応した光電変換部3に入射する光の受光強度は、発光源1からの光によって強度変調されており、発光源1から放射された光と光電変換部3で受光した光との位相差を検出すれば、光電変換部3に対応している物体Obの各部位までの距離を求めることができる。

#### 【0021】

ただし、本実施形態では各光電変換部3から出力される受光信号は周波数変換部6に入力され、周波数変換部6では出力信号の周波数が発光周波数よりも低周波数になるように周波数変換を行う。周波数変換部6は局部発振回路を備え、光電変換部3からの受光信号と局部発振回路から出力される局発信号とを混合することによって、図2に示すように、発光周波数と局発信号の周波数との周波数差

に相当する包絡線成分を持つビート信号を出力する。

### 【 0 0 2 2 】

ビート信号の位相は、物体 O b までの距離に変化がなければ、発光源 1 から放射された光の位相と、局部発振回路から出力される局発信号の位相と、光電変換部 3 から出力される受光信号の位相との関係によって決定される。すなわち、発光周波数に相当する角周波数を  $\omega 1$  とし、発光源 1 から放射された光の位相と受光信号の位相との位相差を  $\phi$  とすれば、受光信号の信号強度  $Y 1$  は次式で表される。ただし、 $a 1$ 、 $b 1$  は定数であって、 $a 1$  は受光信号の振幅に相当し、 $b 1$  は暗電流や外光（時間変化は無視する）に相当する。

$$Y 1 = b 1 + a 1 \cdot \cos (\omega 1 \cdot t + \phi)$$

また、局発信号の角周波数を  $\omega 2$  とすれば、局発信号の信号強度  $Y 2$  は次式で表される。ただし、 $a 2$ 、 $b 2$  は定数であって、 $a 2$  は局発信号の振幅に相当し、 $b 2$  は直流バイアスに相当する。

$$Y 2 = b 2 + a 2 \cdot \cos (\omega 2 \cdot t)$$

ここで、受光信号と局発信号とを混合した信号は  $(Y 1 \cdot Y 2)$  になるから、発光周波数と局発信号の周波数との周波数差に相当する包絡線成分を持つビート信号が得られ、かつ包絡線成分の位相には位相差  $\phi$  がそのまま反映されることになる。言い換えると、受光信号における位相差  $\phi$  に相当する時間に対してビート信号における位相差  $\phi$  に相当する時間は、（ビート信号の周期）／（変調周期）倍になる。したがって、発光周波数と局発信号の周波数との周波数差を比較的小さくすれば、従来構成に比較して位相差  $\phi$  に相当する時間を大幅に引き延ばすことができる。たとえば、発光周波数が 2 0 M H z であるとすれば 1 周期は 5 0 n s になるから位相差  $\phi$  を検出するには、受光信号の強度を 5 0 n s よりも短い時間（従来構成であれば 5 0 n s の 4 分の 1 以下の時間）でサンプリングする必要があるが、本実施形態の構成を採用すればビート信号の 1 周期を図 2 に示すようにたとえば 3 0 0 0 n s 程度に引き延ばすことができ、ビート信号から位相差  $\phi$  を求めることによって検出精度の向上が期待できる。

### 【 0 0 2 3 】

ビート信号から位相差  $\phi$  を求めるには、従来技術において用いていた発光源 1

からの光の変調周期内の受光強度に代えて、図 2 に示すように、ビート信号の 1 周期内での受光強度を用いればよい。つまり、位相の間隔が既知である複数回のタイミングでビート信号について一定の積分期間  $T_i$  ごとの積分値を求め、ビート信号の 1 周期内で求めた複数個の積分値を用いて位相差  $\phi$  を求める。図示例では、ビート信号の 1 周期内において  $90^\circ$  ずつの位相の間隔のタイミング（たとえば、 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$  のタイミング）で積分値  $A_0'$ 、 $A_1'$ 、 $A_2'$ 、 $A_3'$  を求めている。求めた積分値  $A_0'$ 、 $A_1'$ 、 $A_2'$ 、 $A_3'$  を従来技術と同様に次式に代入すれば位相差  $\phi$  が得られる。

$$\phi = \arctan \{ (A_3' - A_1') / (A_0' - A_2') \}$$

上述のようにビート信号の 1 周期内の複数個の積分値を用いて位相差  $\phi$  を求めるから、発光周波数および局発周波数を実質的に周波数誤差が生じないように管理すれば、発光源 1 から放射した光と同期させることなく局発信号を生成しても位相差  $\phi$  を求めることができる。つまり、図 1 に示すように、周波数変換部 6 から出力されたビート信号は積分器 7 に入力され、積分器 7 での積分のタイミングおよび積分期間  $T_i$  を決めるためにクロック生成部 8 から出力されるクロック信号に同期してビート信号の  $1/4$  周期毎に積分され、ビート信号の  $1/4$  周期毎の積分信号が距離演算部 9 に入力される。距離演算部 9 では積分器 7 からビート信号の  $1/4$  周期毎に入力される積分値から位相差  $\phi$  を求め、位相差  $\phi$  を物体 O、b までの距離に換算する。なお、周波数変換部 6 で用いる局発信号もクロック生成部 8 により生成される。つまり、クロック生成部 8 が局部発振回路として機能する。

#### 【0024】

上述した例では積分のタイミングをビート信号の  $1/4$  周期毎に設定しているが、ビート信号の 1 周期において積分値を求める回数は適宜に設定することが可能であり、また積分のタイミングについても位相の間隔が既知であれば等間隔である必要もない。

#### 【0025】

上述したように、位相差  $\phi$  を求めるにあたって発光周波数に比較すると十分に低周波数にすることができるビート信号を用いしかもビート信号の積分値を用い

るから、暗電流や外光などによるノイズ成分に対してS/N比を十分に大きくとることができる上に、受光信号から位相差 $\phi$ を直接求める場合に比較すると時間の計時精度が同じであるとしても相対的に位相差 $\phi$ の検出精度が向上する。

## 【 0 0 2 6 】

ところで、上述した構成では本発明の原理を説明するために光電変換部3と周波数変換回路6と積分器7とを独立した形で記載したが、画像センサ5を以下のように構成することによって、光電変換部3と周波数変換部6と積分器7とを画像センサ5として一体化することができる。すなわち、画像センサ5の各画素は、基本的には図3に示すように、上述した光電変換部3と、光電変換部3から出力される受光信号を蓄積する記憶セル7aと、光電変換部3と記憶セル7aとの間に挿入され受光信号を記憶セル7aに蓄積する時間を制御するスイッチ部6aとを備え、さらに画像センサ5には各記憶セル7aに蓄積された信号値をそれぞれ読み出す読出回路10を備える。

## 【 0 0 2 7 】

スイッチ部6aは局発信号によりスイッチングされ、スイッチ部6aが局発信号によりスイッチングされることにより受光信号と局発信号とのビート信号に相当する信号が記憶セル7aに入力される。つまり、画像センサ5の外部に設けたクロック生成部8から発生する局発信号でスイッチ部6aをスイッチングすることによって、スイッチ部6aとクロック生成部8とにより周波数変換部6が構成される。また、記憶セル7aは入力信号の信号レベルに応じた電荷を蓄積する機能を有し、スイッチ部6aがオンである期間の信号値の積分値が出力値として得られるから積分器7として機能する。ここに、上述したように積分器7の出力はビート信号の1周期内で複数回読み出す必要があるから、読出回路10では各メモリセル7aにそれぞれ格納されている積分値をビート信号の周期に基づいて設定した適宜の時間毎に読み出す。読出回路10は距離演算部9に含まれており、記憶セル7aから読み出した積分値によって物体Obまでの距離を求め、距離演算部9から距離画像を出力する。

## 【 0 0 2 8 】

ところで、光電変換部3は入射光の受光強度に応じた電気信号である受光信号

を出力するから、光電変換部 3 としてはフォトダイオードまたは光電変換機能を有する MOS キャパシタを用いることができる。一方、記憶セル 7 a には MOS キャパシタ (MOS ダイオード) を用い、外光が入射しないように遮光される。記憶セル 7 a となる MOS キャパシタは電荷を個別に取り出す形式と CCD を構成する形式とのどちらを採用してもよい。記憶セル 7 a が CCD を構成する場合にはスイッチ部 6 a として光電変換部 3 から記憶セル 7 a に電荷を転送するためのシフトゲートを用いることができる。また、スイッチ部 6 a としてバイポーラトランジスタあるいは MOS FET のような一般的なスイッチング素子を用いることもできる。スイッチ部 6 a としてシフトゲートあるいはスイッチング素子を用いるときには、スイッチ部 6 a に外光が入射しないように遮光される。スイッチ部 6 a には光電変換部 3 と一体である MOS 型素子 (MOS キャパシタのバイアスを制御するもの、あるいは MOS トランジスタなど) を用いてもよい。この場合にはスイッチ部 6 a は遮光されずに外光が入射することになる。なお、画像センサ 5 は 1 次元と 2 次元とのいずれの構成を採用してもよい。

## 【 0 0 2 9 】

読出回路 1 0 は記憶セル 7 a の構成に応じて適宜に構成される。たとえば、複数個の記憶セル 7 a が CCD を構成する場合には、図 3 に示すように、CCD に適宜の読出パルスを与えることによって各記憶セル 7 a の電荷を出力端に順に読み出すようにすればよく、また各記憶セル 7 a の電荷を個別に取り出す場合には、MOS イメージセンサと同様に個々の記憶セル 7 a と出力端との間に記憶セル選択用の MOS トランジスタを挿入し、各 MOS トランジスタを順にオンオフさせることによって各記憶セル 7 a の電荷を出力端に順に読み出すようにすればよい。

## 【 0 0 3 0 】

各記憶セル 7 a の電荷を個別に取り出す場合の具体例を図 4 に示す。図示例では複数個の光電変換部 3 が水平方向 (図の横方向) と垂直方向 (図の縦方向) とにそれぞれ複数個ずつ配列されたマトリクス状の配列になっており、各光電変換部 3 に対応する記憶セル 7 a にはそれぞれ MOS トランジスタからなる垂直制御用のスイッチング素子  $S_v$  のドレインが接続される。水平方向に一行に並ぶ光電

変換部 3 に対応するスイッチング素子  $S_v$  のゲートは共通に接続され、各一列ごとに共通接続されたスイッチング素子  $S_v$  のゲートは垂直制御用のシフトレジスタ  $SR_v$  に接続される。シフトレジスタ  $SR_v$  は各一列を順に選択するようにスイッチング素子  $S_v$  を一列ずつ択一的にオンにする。一方、垂直方向に一列に並ぶ光電変換部 3 に対応するスイッチング素子  $S_v$  のソースは共通に接続され、各一列ごとに共通接続されたスイッチング素子  $S_v$  のソースにはそれぞれ MOS トランジスタからなる水平制御用のスイッチング素子  $S_h$  のドレインが接続される。各スイッチング素子  $S_h$  のゲートは水平制御用のシフトレジスタ  $SR_h$  に接続され、シフトレジスタ  $SR_h$  は各スイッチング素子  $S_h$  を順に択一的にオンにする。各スイッチング素子  $S_h$  のソースは共通接続されて信号線に接続される。

## 【 0 0 3 1 】

したがって、シフトレジスタ  $SR_v$  によって水平方向に並ぶ一列のスイッチング素子  $S_v$  を選択した状態で、シフトレジスタ  $SR_h$  によって水平方向に並ぶスイッチング素子  $S_h$  を順にオンにすれば、水平方向に並ぶ一列の光電変換部 3 に対応した記憶セル 7 a の電荷を信号線に読み出すことができる。次に、シフトレジスタ  $SR_v$  によって次列で水平方向に並ぶ一列のスイッチング素子  $S_v$  を選択した状態で、シフトレジスタ  $SR_h$  によって水平方向に並ぶスイッチング素子  $S_h$  を順にオンにすれば、次列の光電変換部 3 に対応した記憶セル 7 a の電荷を信号線に読み出すことができる。このような動作を繰り返すことによって、各記憶セル 7 a の電荷を順に読み出すことができるのである。読み出された電荷は距離演算部 9 において位相差の演算に用いられ、上述したように位相差から各光電変換部 3 ごとの距離が求められる。つまり、撮像した各画素の画素値が距離である距離画像を得ることができる。上述の動作から明らかなようにシフトレジスタ  $SR_h$ 、 $SR_v$  は、各記憶セル 7 a が択一的に出力端に接続されるようにスイッチング素子  $S_h$ 、 $S_v$  のオンオフを制御する制御手段として機能する。

## 【 0 0 3 2 】

## 【発明の効果】

請求項 1 の発明は、所定の発光周波数で強度変調された光を空間に放射する発光源と、前記空間からの光を受光し受光強度に対応する信号レベルの受光信号を

出力する光電変換部と、発光周波数とは異なる周波数の局発信号を受光信号と混合することにより光電変換部から出力される受光信号を発光周波数よりも低周波数であるビート信号に周波数変換する周波数変換部と、ビート信号を規定のタイミングで積分する積分器と、発光源から放射した光と光電変換部で受光した光との位相差を積分器の出力から求めるとともに当該位相差を距離に換算する距離演算部とを備えるものであり、強度変調した光を用い発光側と受光側との位相差を距離に換算する構成を採用しながらも、発光周波数よりも低周波であるビート信号の積分値を用いて位相差を求めるようにしているから、受光側において素子の応答に高速性が要求されずに比較的安価な素子を用いることが可能になり、しかも受光側において位相差を求めるために必要な時間計測については、受光信号から位相差を直接求める場合と同精度で時間計測を行うとすれば位相差の検出精度を大幅に向上させることができ、結果的に高精度で距離を求めることができるという効果がある。さらに、ビート信号の積分値を用いて位相差を求めるから、光電変換部で受光する光の周期性が保たれていれば受光光の波形に依存することなく距離を測定することができ、このことによっても高精度で距離を測定することが可能になる。

## 【 0 0 3 3 】

請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、前記積分器は前記ビート信号の 1 周期内において位相の間隔が既知である複数回のタイミングで積分値を求め、前記距離演算部ではビート信号の 1 周期内で求めた複数個の前記積分値から前記位相差を求めるものであり、ビート信号の 1 周期内で位相の間隔が既知である複数回のタイミングで求めた複数個の積分値を位相差に換算するから、発光側との同期が不要であり、簡単な構成で距離を求めることが可能になる。

## 【 0 0 3 4 】

請求項 3 の発明は、請求項 1 または請求項 2 の発明において、前記周波数変換部が、前記光電変換部と前記積分器との間に挿入されたスイッチ部と、スイッチ部を発光周波数とは異なる所定周波数の局発信号でスイッチングする局部発振回路とを備えるものであり、光電変換部と記憶セルとの間で電荷の受け渡しを行うスイッチ部を用いて周波数変換を行うから、積分する情報を選択するための



スイッチ部を周波数変換に兼用することになり、簡単な構成で目的を達成することができる。

#### 【0035】

請求項8の発明は、所定の発光周波数で強度変調された光を発光源から空間に放射し、前記空間からの光を光電変換部により受光して受光強度に対応する信号レベルの受光信号を光電変換部から出力させ、発光周波数とは異なる周波数の局発信号を受光信号と混合することにより光電変換部から出力される受光信号を発光周波数よりも低周波数であるビート信号に周波数変換した後、ビート信号を規定のタイミングで積分し、発光源から放射した光と光電変換部で受光した光との位相差を積分器の出力から求めるとともに当該位相差を距離に換算することを特徴としており、強度変調した光を用い発光側と受光側との位相差を距離に換算する技術を採用しながらも、発光周波数よりも低周波であるビート信号の積分値を用いて位相差を求めるようにしているから、受光側において素子の応答に高速性が要求されずに比較的安価な素子を用いることが可能になり、しかも受光側において位相差を求めるために必要な時間計測については、受光信号から位相差を直接求める場合と同精度で時間計測を行うとすれば位相差の検出精度を大幅に向上させることができ、結果的に高精度で距離を求めることができるという効果がある。さらに、ビート信号の積分値を用いて位相差を求めるから、光電変換部で受光する光の周期性が保たれていれば受光光の波形に依存することなく距離を測定することができ、このことによっても高精度で距離を測定することが可能になる。

#### 【0036】

請求項9の発明は、請求項8の発明において、前記ビート信号の1周期内において位相の間隔が既知である複数回のタイミングで積分値を求め、ビート信号の1周期内で求めた複数個の前記積分値から前記位相差を求めることを特徴としており、ビート信号の1周期内で位相の間隔が既知である複数回のタイミングで求めた複数個の積分値を位相差に換算するから、発光側との同期が不要であり、簡単な構成で距離を求めることが可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態を示すブロック図である。

【図 2】

同上の動作説明図である。

【図 3】

同上に用いる画像センサの構成例を示す概略構成図である。

【図 4】

同上に用いる画像センサの構成例を示す概略構成図である。

【図 5】

従来例を示す動作説明図である。

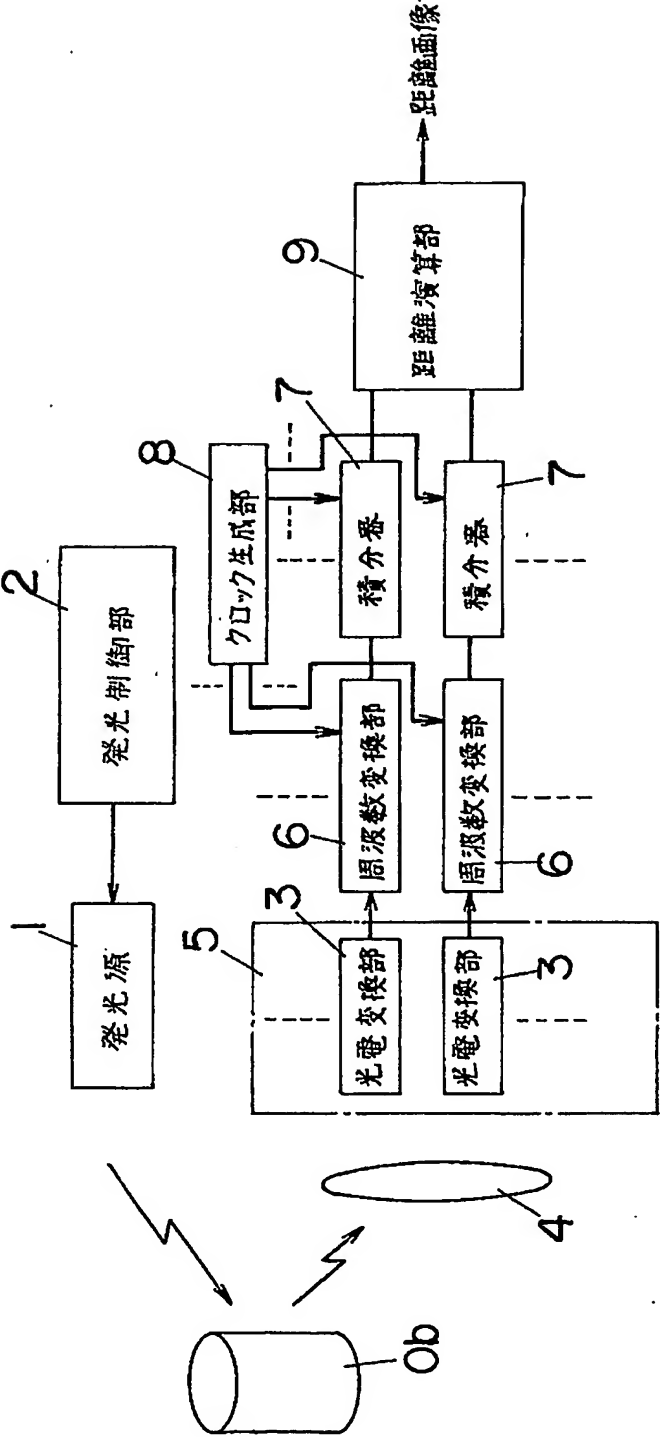
【符号の説明】

- 1 発光源
- 2 発光制御部
- 3 光電変換部
- 4 受光レンズ
- 5 画像センサ
- 6 周波数変換部
- 6 a スイッチ部
- 7 積分器
- 7 a 記憶セル
- 8 クロック生成部
- 9 距離演算部
- 1 0 読出回路
- S h スイッチング素子
- S v スイッチング素子
- S R h シフトレジスタ
- S R v シフトレジスタ

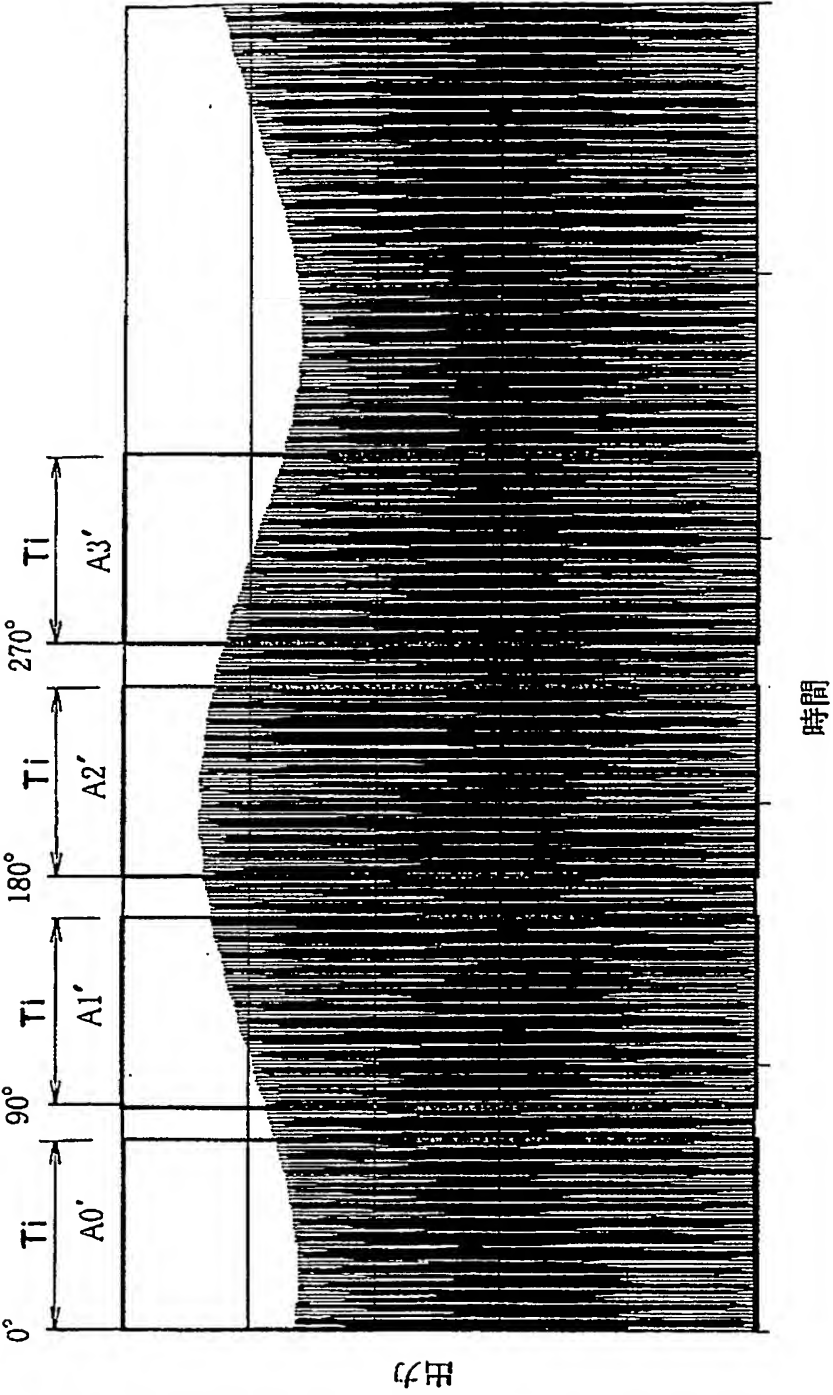
【書類名】

図面

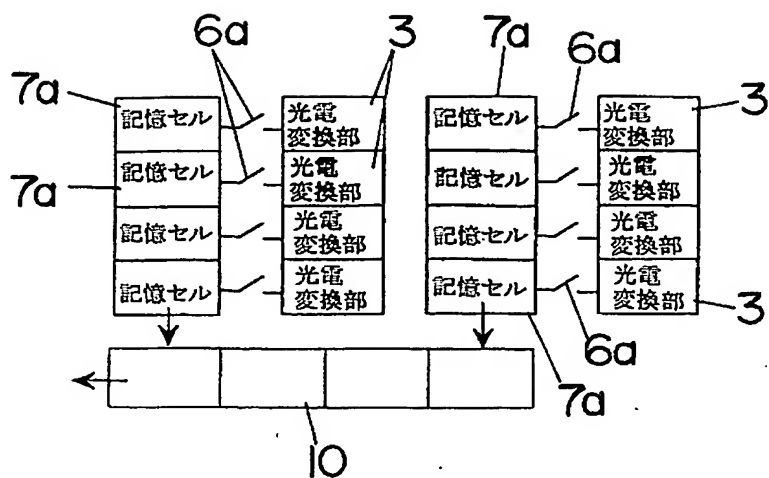
【図 1】



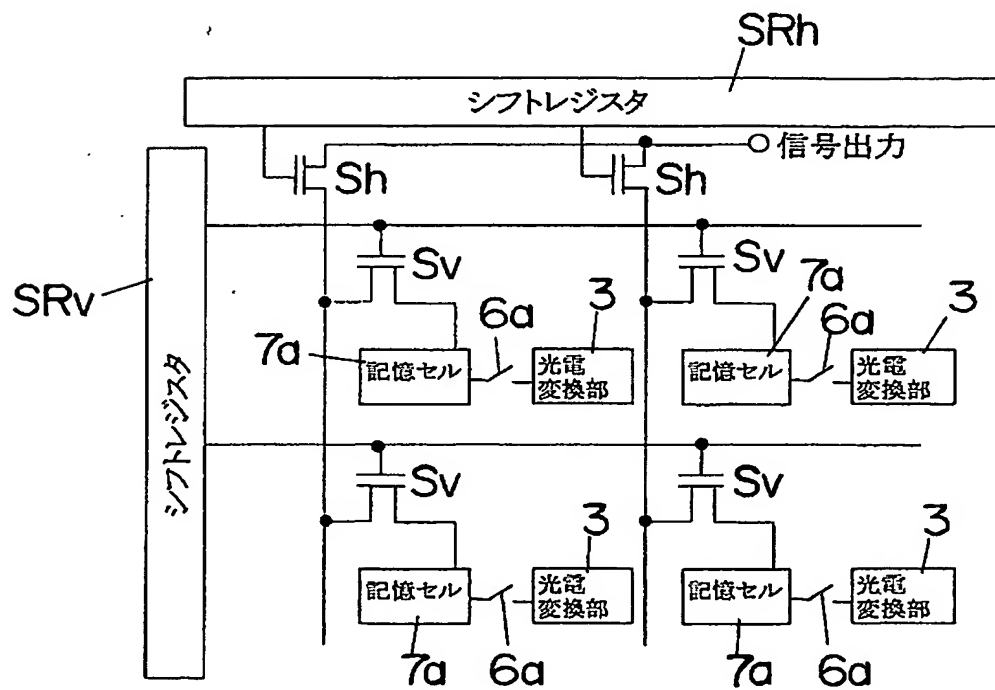
【図2】



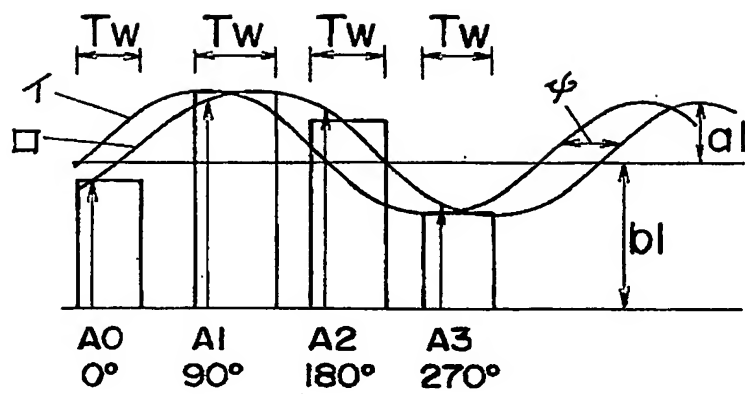
【図 3】



【図 4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 強度変調した光を用い発光側と受光側との位相差を距離に換算する際に受光側において高速に応答する素子を用いることなく高精度で距離を求める。

【解決手段】 発光源 1 は所定の発光周波数で強度変調された光を空間に放射する。画像センサ 5 は、受光レンズ 4 を通して前記空間からの光を受光し受光強度に対応する信号レベルの受光信号を出力する複数個の光電変換部 3 を備える。各光電変換部 3 から出力される受光信号は、周波数変換部 6 において発光周波数とは異なる周波数の局発信号と混合され、発光周波数よりも低周波であるビート信号を出力する。ビート信号は積分器 7 により  $1/4$  周期毎に積分され、距離演算部 9 ではビート信号の  $1/4$  周期毎の積分値から発光側と受光側との位相差を求めて距離に換算する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005832]

1. 変更年月日 1990年 8月30日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 大阪府門真市大字門真1048番地  
氏 名 松下電工株式会社